

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pertumbuhan industri otomotif yang semakin pesat karena kebutuhan masyarakat akan mobilitas yang efisien dan andal menuntut produsen kendaraan untuk terus berinovasi dalam hal performa, efisiensi bahan bakar, dan ketahanan struktur kendaraan. Untuk mencapai hal tersebut penggunaan bahan logam yang ringan namun kuat, seperti aluminium paduan yang mampu mengurangi bobot kendaraan dan mempertahankan kekuatan. Oleh karena itu, penelitian mengenai rekayasa material menjadi sangat penting dalam mendukung perkembangan industri otomotif.

Tingginya permintaan produksi otomotif di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mencerminkan peran strategis sektor dalam mendukung mobilitas nasional dan pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan perkiraan dari *china economic information center* produksi kendaraan bermotor di Indonesia menunjukkan tren produksi yang tinggi tahun 2021 sebesar 1.121.967 unit, 2022 sebesar 1.470.146 unit, dan 2023 sebesar 1.395.717 unit. Dan perkiraan dari GAIKINDO untuk mobil tahun 2022 sebesar 1.048.040 unit, 2023 sebesar 1.005.082 unit, dan pada tahun 2024 sebesar 865.723 unit[1]. Angka tersebut tetap mencerminkan besarnya kebutuhan masyarakat akan kendaraan. Data ini menunjukkan bahwa Indonesia merupakan pasar otomotif yang sangat potensial.

Perkembangan tersebut tidak terlepas dari evolusi material otomotif dari masa ke masa, di mana pada awalnya kendaraan menggunakan material seperti kayu dan kain, lalu beralih ke baja lunak yang lebih kokoh dan cocok untuk produksi massal. Seiring waktu dan meningkatnya tuntutan efisiensi, terjadi pergeseran menuju material yang lebih ringan seperti aluminium dan plastik. Baja tetap menjadi material utama karena kekuatan dan ketersediaannya, tetapi aluminium mulai digunakan secara luas dalam bagian-bagian seperti kap mesin, pintu, *cylinder head*, dan velg karena bobotnya yang ringan. Plastik dan komposit pun mendapat peran penting terutama pada bagian eksterior dan interior kendaraan karena kemampuannya menyerap energi benturan dan kemudahan dalam proses

pembentukan. kini kombinasi aluminium serta plastik menunjukkan bahwa pemilihan material dalam industri otomotif sangat dipengaruhi oleh kebutuhan akan efisiensi energi, pengurangan emisi, dan keberlanjutan jangka panjang[2].

Industri komponen otomotif saat ini menghadapi tantangan dalam memperoleh material aluminium dengan tingkat kemurnian tinggi, bebas dari unsur-unsur pengotor yang dapat menurunkan kualitas paduannya. Aluminium dikenal sebagai logam yang ringan, tahan korosi, memiliki hantaran listrik yang baik, serta sifat mekanik yang cukup unggul, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk otomotif[3]. Dalam bentuk paduan, sifat mekanik aluminium dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur seperti Tembaga (Cu), Seng (Zn), Magnesium (Mg), Silikon (Si), Nikel (Ni), dan Mangan (Mn), yang masing-masing memberikan kontribusi terhadap kekuatan dan ketahanan material. Namun, proses untuk mendapatkan aluminium murni cukup mahal karena memerlukan tahap pemurnian, dan salah satu pengotor yang umum dijumpai adalah besi (Fe). Kehadiran Fe dalam aluminium dapat menurunkan keuletan serta mempengaruhi kemampuan pengecoran, terutama dari segi aliran logam cair (fluiditas). Semakin tinggi kadar Fe dalam paduan aluminium-silikon, maka kemampuan alir paduan tersebut cenderung menurun, yang pada akhirnya dapat berdampak pada kualitas produk akhir.

Aluminium silikon merupakan jenis paduan yang terdiri dari unsur Aluminium(Al) dan Silikon(Si). Dengan adanya paduan dua unsur ini memberikan keunggulan yaitu, kemampuan cor yang unggul, kemampuan las yang baik, konduktivitas termal yang tinggi, ketahanan aus, dan korosi yang sangat baik. Keunggulan paduan unsur ini membuat banyak diminati oleh bidang otomotif dan kedirgantaraan[4]. Aluminium silikon pada umumnya memiliki batas butir yang kasar dan terdapat banyak unsur pengotor salah satu unsur pengotornya adalah Fe [5]. Maka dibutuhkan *grain refiner* pada aluminium silikon yang akan bekerja mengontrol besarnya struktur butir, dimana *grain refiner* akan menghasilkan sejumlah butir yang halus. Batas butir yang halus ini akan menghasilkan fasa intermetalik yang lebih kecil dan merata hal ini akan bekerja memperbaiki sifat mekanik dari paduan aluminium silikon hasil pengecoran. Penggunaan paduan

seperti Titanium(Ti) dan Boron(B) yang bekerja sebagai *grain refiner* dalam *master alloy* dapat membantu dalam pembentukan butir yang halus[6].

Dalam proses pengecoran, fluiditas logam cair menjadi aspek yang sangat penting. Fluiditas adalah kemampuan logam cair untuk mengalir ke seluruh rongga cetakan sebelum membeku[7]. Jika logam membeku terlalu cepat sebelum mengisi cetakan secara menyeluruh, maka akan muncul cacat seperti *misruns* (cetakan tidak terisi sempurna) dan *cold shuts* (logam tidak menyatu dengan baik). Fluiditas sangat mempengaruhi kualitas hasil pengecoran, termasuk ketebalan minimum bagian, kehalusan detail, dan kemampuan mengisi bagian ujung cetakan[8]. Fluiditas berbanding terbalik dengan viskositas semakin tinggi viskositas logam cair, maka semakin rendah fluiditasnya. Faktor-faktor yang memengaruhi fluiditas antara lain adalah komposisi logam, tegangan permukaan, tingkat viskositas, suhu pembekuan, tingkat kebersihan logam cair, jumlah panas berlebih, dan kecepatan pendinginan saat proses pembekuan. Tingkat fluiditas biasanya diukur dalam satuan panjang seperti sentimeter atau inci[9].

Penelitian sebelumnya oleh Ricardo William (2022) telah meneliti pengaruh penambahan AlTiB terhadap fluiditas dan struktur mikro pada paduan Al-11%Si dengan variasi Fe hingga 1% dan grain refiner AlTiB hingga 0,25%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbaikan pada struktur mikro dan peningkatan fluiditas, namun rentang variasi komposisinya masih terbatas, terutama pada kadar AlTiB yang rendah dan fokus pada paduan eutektik. Penelitian ini hadir dengan pendekatan yang lebih komprehensif, menggunakan paduan Al-7%Si yang bersifat hipoeutektik dan memperluas variasi Fe hingga 1,6% serta AlTiB hingga 0,45%. Dengan memperluas rentang variasi tersebut, penelitian ini mampu mengkaji secara lebih mendalam batas efektifitas grain refiner terhadap pengendalian fasa intermetalik Fe, serta mengidentifikasi titik optimal dan jenuh dari penambahan AlTiB terhadap struktur mikro dan fluiditas. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya melengkapi studi terdahulu, tetapi juga memberikan wawasan baru yang lebih aplikatif terhadap tantangan pengecoran paduan aluminium daur ulang dengan kandungan Fe tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Penambahan AlTiB sebagai *grain refiner* dan Fe sebagai unsur pengotor dalam *master alloy* Al-7%Si mempengaruhi pembentukan fasa intermetalik, kekerasan, dan fluiditas material selama proses pengecoran. Namun, interaksi antara AlTiB dan Fe serta dampak yang dihasilkan terhadap performa material belum dikaji secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi penambahan AlTiB dan Fe guna mengoptimalkan performa paduan Al-7%Si dalam berbagai aplikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan *grain refiner* AlTiB dan Fe terhadap pembentukan fasa intermetalik, kekerasan, dan fluiditas pada *master alloy* Al-7%Si dalam proses pengecoran.

1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah memperoleh data yang berguna di bidang material, khususnya mengetahui pengaruh variasi kandungan Fe pada paduan Al-7%Si, serta mengevaluasi peran AlTiB sebagai *grain refiner* dalam mengontrol morfologi dan distribusi fasa intermetalik. Dengan memahami interaksi antara Fe dan AlTiB, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang komprehensif mengenai, kekerasan, dan fluiditas material, sehingga dapat dijadikan referensi dalam upaya pengembangan material paduan aluminium dengan performa yang lebih baik untuk aplikasi industri, terutama pada proses pengecoran.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Perbandingan penambahan grain refiner $0,3\%wt \leq \text{AlTiB} \leq 0,45\%wt$ dan untuk Fe 1,2%wt dan 1,6%wt.
2. Proses pengujian fluiditas menggunakan metode *spiral test*. Cetakan spiral dipilih karena merupakan metode paling efektif, ekonomis, dan sesuai untuk mengukur fluiditas logam cair dalam penelitian laboratorium.
3. Pengujian kekerasan menggunakan *Vickers test*. Kekerasan digunakan sebagai parameter awal untuk mengamati efek penambahan AlTiB dan Fe terhadap sifat

mekanik dan karena bentuk coran spiral tidak memungkinkan dilakukan uji mekanik lainnya karena membutuhkan ukuran dan bentuk standar.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam menyusun tugas akhir ini, maka tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika sebagai berikut. Dimulai dari Bab I yaitu pendahuluan, dimana pada pendahuluan ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka, dimana menjelaskan tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan penelitian. Bab III metodologi, menjelaskan proses runtutan dari awal hingga akhir penelitian dan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Bab IV hasil dan pembahasan, menjelaskan hasil yang didapat serta analisa dari penelitian. Bab V penutup, berisi tentang kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil tugas akhir.

